

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7033056号

(P7033056)

(45)発行日 令和4年3月9日(2022.3.9)

(24)登録日 令和4年3月1日(2022.3.1)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N 1/60 (2006.01)

H 0 4 N 1/60 3 0 0

G 0 1 J 3/52 (2006.01)

G 0 1 J 3/52

G 0 6 N 3/04 (2006.01)

G 0 6 N 3/04 1 5 4

請求項の数 17 (全27頁)

(21)出願番号 特願2018-240741(P2018-240741)

(22)出願日 平成30年12月25日(2018.12.25)

(65)公開番号 特開2020-102807(P2020-102807
A)

(43)公開日 令和2年7月2日(2020.7.2)

審査請求日 令和3年6月18日(2021.6.18)

(73)特許権者 000207551

株式会社 S C R E E Nホールディングス
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る四
丁目天神北町 1 番地の 1

(74)代理人 100104695

弁理士 島田 明宏

(74)代理人 100121348

弁理士 川原 健児

(74)代理人 100114247

奥田 邦廣

(74)代理人 100148459

弁理士 河本 悟

(72)発明者

横内 健一

京都市上京区堀川通寺之内上る四丁目天
神北町 1 番地の 1 株式会社 S C R E E
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 色予測モデル構築方法、色予測方法、および色予測モデル構築プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材上にインクを複数段階のインク濃度で塗ることによって得られる複数の第 1 タイプパッチを含むカラーチャート内のパッチの色を予測する色予測モデルを構築する方法であって、

前記カラーチャート内の所定のパッチである基準パッチの分光特性と前記カラーチャート内の色予測対象パッチの色値とを含む複数の教師データを取得する教師データ取得ステップと、

入力データを前記基準パッチの分光特性とし出力データを前記色予測対象パッチの色値とするニューラルネットワークで前記複数の教師データを用いた機械学習を行う学習ステップと

を含むことを特徴とする、色予測モデル構築方法。

【請求項 2】

前記基準パッチは、前記複数の第 1 タイプパッチのうちインク濃度が最大のパッチであることを特徴とする、請求項 1 に記載の色予測モデル構築方法。

【請求項 3】

前記基準パッチは、前記複数の第 1 タイプパッチのうちインク濃度が最大のパッチおよび前記複数の第 1 タイプパッチのうちインク濃度が最小のパッチであることを特徴とする、請求項 1 に記載の色予測モデル構築方法。

【請求項 4】

前記色予測対象パッチは、N個のパッチであって、
前記N個のパッチと1対1で対応するようにN個の前記ニューラルネットワークが用意され、
前記学習ステップでは、ニューラルネットワーク毎に、対応するパッチの色値と前記基準パッチの分光特性とを用いて機械学習が行われることを特徴とする、請求項1から3までのいずれか1項に記載の色予測モデル構築方法。

【請求項5】

前記色予測対象パッチは、N個のパッチであって、
入力データを前記基準パッチの分光特性とし出力データを前記N個のパッチの色値とする1つだけの前記ニューラルネットワークが用意され、
前記学習ステップでは、前記1つだけのニューラルネットワークによって前記基準パッチの分光特性と前記N個のパッチの色値とを用いて機械学習が行われることを特徴とする、請求項1から3までのいずれか1項に記載の色予測モデル構築方法。

10

【請求項6】

前記カラーチャート内の各パッチの色は、K個の分光特性によって特定され、
前記ニューラルネットワークは、入力層と隠れ層と出力層とを含み、
前記入力層には、前記基準パッチとしての1つのパッチにつきK個のユニットが設けられ、
前記出力層には、前記色予測対象パッチとしての1つのパッチにつきK個のユニットが設けられていることを特徴とする、請求項1から5までのいずれか1項に記載の色予測モデル構築方法。

20

【請求項7】

前記K個の分光特性は、400nmから700nmまでの波長範囲を適宜の大きさの単位波長範囲で除することによって得られる数の分光反射率であることを特徴とする、請求項6に記載の色予測モデル構築方法。

【請求項8】

前記分光特性は、分光反射率、分光吸収率、および分光吸収係数のいずれかであることを特徴とする、請求項1から6までのいずれか1項に記載の色予測モデル構築方法。

【請求項9】

前記色値は分光特性であることを特徴とする、請求項1から8までのいずれか1項に記載の色予測モデル構築方法。

30

【請求項10】

前記教師データ取得ステップは、
各教師データを生成するための前記カラーチャートの印刷を行うカラーチャート印刷ステップと、
前記カラーチャート印刷ステップで印刷されたカラーチャートに関して前記基準パッチの分光特性および前記色予測対象パッチの分光特性を測定する第1の分光特性測定ステップとを含むことを特徴とする、請求項9に記載の色予測モデル構築方法。

【請求項11】

前記色値は、階調レベルであることを特徴とする、請求項1から8までのいずれか1項に記載の色予測モデル構築方法。

40

【請求項12】

前記教師データ取得ステップは、
各教師データを生成するための前記カラーチャートの印刷を行うカラーチャート印刷ステップと、
前記カラーチャート印刷ステップで印刷されたカラーチャートに関して前記基準パッチの分光特性および前記色予測対象パッチの分光特性を測定する第1の分光特性測定ステップと、
前記第1の分光特性測定ステップで測定された前記色予測対象パッチの分光特性を階調レベルに変換する色値変換ステップとを含むことを特徴とする、請求項11に記載の色予測モデル構築方法。

50

【請求項 13】

前記カラーチャートは、黒色インク上に前記インクを前記複数段階のインク濃度で塗ることによって得られる複数の第2タイプパッチをさらに含むことを特徴とする、請求項1から12までのいずれか1項に記載の色予測モデル構築方法。

【請求項 14】

前記カラーチャートは、黒色インク上に前記インクを前記複数段階のインク濃度で塗ることによって得られる複数の第2タイプパッチをさらに含み、

前記基準パッチは、前記複数の第1タイプパッチのうちインク濃度が最大のパッチおよび前記複数の第2タイプパッチのうちインク濃度が最小のパッチであることを特徴とする、請求項1に記載の色予測モデル構築方法。

10

【請求項 15】

前記カラーチャート内のパッチの色を予測する対象のインクである色予測対象インクについての前記基準パッチの分光特性を測定する第2の分光特性測定ステップと、

請求項9または10に記載の色予測モデル構築方法によって構築された色予測モデルである学習済みのニューラルネットワークに入力データとして前記第2の分光特性測定ステップで測定された分光特性を与えることによって前記色予測対象インクについての前記色予測対象パッチの分光特性を予測する分光特性予測ステップと

を含むことを特徴とする、色予測方法。

【請求項 16】

前記カラーチャート内のパッチの色を予測する対象のインクである色予測対象インクについての前記基準パッチの分光特性を測定する第2の分光特性測定ステップと、

請求項11または12に記載の色予測モデル構築方法によって構築された色予測モデルである学習済みのニューラルネットワークに入力データとして前記第2の分光特性測定ステップで測定された分光特性を与えることによって前記色予測対象インクについての前記色予測対象パッチの階調レベルを予測する階調レベル予測ステップと、

前記階調レベル予測ステップで予測された階調レベルから所定の変換式によって分光特性を求める分光特性算出ステップと

を含むことを特徴とする、色予測方法。

20

【請求項 17】

基材上にインクを複数段階のインク濃度で塗ることによって得られる複数の第1タイプパッチを含むカラーチャート内のパッチの色を予測する色予測モデルを構築するためのプログラムであって、

コンピュータに、

前記カラーチャート内の所定のパッチである基準パッチの分光特性と前記カラーチャート内の色予測対象パッチの色値とを含む複数の教師データを読み込む教師データ読み込みステップと、

入力データを前記基準パッチの分光特性とし出力データを前記色予測対象パッチの色値とするニューラルネットワークで前記複数の教師データを用いた機械学習を行う学習ステップと

を実行させるための色予測モデル構築プログラム。

30

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の色（典型的には、特色を含む複数の色）のインクの重ね刷りによって得られる色を予測する際に用いられるカラーチャート内のパッチの色を予測するための色予測モデルを構築する方法および当該色予測モデルを用いた色予測方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、印刷業界では、デジタル印刷装置の普及が進んでいる。しかしながら、ラベル・パッケージの分野では、近年でも印刷版を使用した印刷装置（以下、「従来方式の印刷装置

50

」あるいは単に「印刷装置」という。)による印刷(オフセット印刷、グラビア印刷、フレキソ印刷など)が行われることが多い。ところが、デザインやコンテンツの制作の短納期化の要求が高まっており、従来方式の印刷装置を使用している場合にはデザイン等の変更があったときに印刷版の再作製や工程の後戻りによって生じるコストが大きいことが問題となっている。この点、デジタル印刷装置によれば、印刷版を使用しないため、印刷版の交換・再作製という作業が発生することがない。すなわち、デジタル印刷装置を採用することにより、特に小ロットの印刷を低コストで行うことが可能となり、デザインやコンテンツの制作の短納期化の要求へも低コストで対応することが可能となる。

【0003】

ところで、ラベル・パッケージの分野では、色の表現力を高めるために特色が多用される傾向にある。このため、従来方式の印刷装置での印刷用に生成された印刷データを用いてデジタル印刷装置で印刷を行うためには、特色のインクの重ね刷りによって得られる色の予測を行って、その予測した色をデジタル印刷装置で再現する必要がある。なお、以下においては、複数の色のインクの重ね刷りによって得られる色を特定する値(具体的には、反射率、あるいは、CIE 1931 XYZ色空間における三刺激値X, Y, およびZ)の予測値のことを「オーバープリント予測値」という。

【0004】

後述する非特許文献1には、特色を含む複数の色のインクの重ね刷りによって得られる色(オーバープリント予測値)を比較的簡単に予測する手法(以下、「Deshpandeらの手法」という。)が開示されている。Deshpandeらの手法では、オーバープリント予測値は、三刺激値X, Y, およびZを用いて次式(1)~(3)のように表される(図20参照)。

$$X = j_x \times (X_b \times X_f) + k_x \quad \dots (1)$$

$$Y = j_y \times (Y_b \times Y_f) + k_y \quad \dots (2)$$

$$Z = j_z \times (Z_b \times Z_f) + k_z \quad \dots (3)$$

ここで、 X_b , Y_b , および Z_b は背景色の三刺激値であり、 X_f , Y_f , および Z_f は前景色の三刺激値であり、 j_x , j_y , および j_z はスケール係数であり、 k_x , k_y , および k_z は定数である。以下、 j_x , j_y , j_z , k_x , k_y , および k_z をまとめて「オーバープリント係数」という。

【0005】

ところで、色の再現方法には加法混色と減法混色とがあるが、印刷の場合には減法混色によって色の再現が行われる。これに関し、仮に理想的な減法混色が行われると、例えば、重ね刷りによって得られる色の刺激値Xは「 $X_b \times X_f$ 」で表される(刺激値Y, Zについても同様である)。しかしながら、より正確な値を得るためには、不透明インクの使用や表面での光の反射などに起因する誤差を考慮した補正が必要となる。そこで、Deshpandeらの手法では、上式(1)~(3)に示したように、一次式を用いた補正が行われている。

【0006】

Deshpandeらの手法では、例えば、模式的には図21に示すようなカラーチャートが使用される。このカラーチャートは「CxFチャート」と呼ばれている。図21に示す例では、CxFチャートは22個のパッチによって構成されている。上段の11個のパッチは、網点パーセントを10%刻みにして対象の特色のインクを紙などの基材上に印刷することによって得られるパッチである。下段の11個のパッチは、網点パーセントを10%刻みにして対象の特色のインクを黒色(墨ベタ)上に印刷することによって得られるパッチである。このようなCxFチャートのパッチの測色で得られる値(測色値)を用いて、オーバープリント予測値が算出される。

【0007】

以下、図22に示すフローチャートを参照しつつ、背景色が網点パーセントを40%とする特色(便宜上「特色1」という。)であって前景色が網点パーセントを60%とする別の特色(便宜上「特色2」という。)である場合のオーバープリント予測値の算出を例に

10

20

30

40

50

挙げて、D e s h p a n d eらの手法について詳しく説明する。

【 0 0 0 8 】

まず、特色 1 のインクを用いて C x F チャートの印刷が行われ、さらに、特色 2 のインクを用いて C x F チャートの印刷が行われる（ステップ S 9 0 0 ）。

【 0 0 0 9 】

次に、特色 2 のインクを用いて印刷された C x F チャート（便宜上「特色 2 チャート」という。）を使用して、特色 2 に関する上式（ 1 ）～（ 3 ）のオーバープリント係数 j_x , j_y , j_z , k_x , k_y , および k_z が算出される（ステップ S 9 1 0 ）。これに関し、例えば、上式（ 1 ）に着目すると、 $X_b \times X_f$ についての実用上の最大値および最小値は、それぞれ、基材上および黒色（墨ベタ）上に特色 2 のインクが塗られたことによって得られる値である。 $Y_b \times Y_f$ および $Z_b \times Z_f$ についても同様である。そこで、オーバープリント係数を算出するために、上式（ 1 ）～（ 3 ）を表す座標系（図 2 3 参照：但し、図 2 3 には上式（ 1 ）を表す座標系のみを示している。）において、黒色上に網点パーセントを 6 0 % とする特色 2 のインクが塗られた状態の刺激値を表す座標が第 1 校正点 P 9 1 とされ、基材上に網点パーセントを 6 0 % とする特色 2 のインクが塗られた状態の刺激値を表す座標が第 2 校正点 P 9 2 とされる。

10

【 0 0 1 0 】

三刺激値のうちの例えば X に着目すると、第 1 校正点 P 9 1 については、上式（ 1 ）に対して次のように値の代入が行われる。特色 2 チャートのパッチ P A 9 3 の測色によって得られる値（黒色の刺激値）が X_b に代入され、特色 2 チャートのパッチ P A 9 2 の測色によって得られる値（基材上に網点パーセントを 6 0 % とする特色 2 のインクが塗られた状態の刺激値）が X_f に代入され、特色 2 チャートのパッチ P A 9 1 の測色によって得られる値（黒色上に網点パーセントを 6 0 % とする特色 2 のインクが塗られた状態の刺激値）が X に代入される（図 2 1 参照）。また、第 2 校正点 P 9 2 については、上式（ 1 ）に対して次のように値の代入が行われる。特色 2 チャートのパッチ P A 9 4 の測色によって得られる値（基材の刺激値）が X_b に代入され、特色 2 チャートのパッチ P A 9 2 の測色によって得られる値（基材上に網点パーセントを 6 0 % とする特色 2 のインクが塗られた状態の刺激値）が X_f および X に代入される（図 2 1 参照）。

20

【 0 0 1 1 】

第 1 校正点 P 9 1 に関する方程式と第 2 校正点 P 9 2 に関する方程式との連立方程式を解くことによってオーバープリント係数 j_x , k_x が算出される。すなわち、図 2 3 で符号 L 9 1 を付した直線を表す式が得られる。オーバープリント係数 j_y , j_z , k_y , および k_z についても、同様にして算出される。

30

【 0 0 1 2 】

なお、図 2 1 に示す C x F チャートでは 1 0 % 刻みでパッチが設けられているが、線形補間によって得られる測色値に基づいて、左右方向に隣接する 2 つのパッチ間の網点パーセントに対応するオーバープリント係数を求めることができる。

【 0 0 1 3 】

次に、特色 1 のインクを用いて印刷された C x F チャート（便宜上「特色 1 チャート」という。）を使用して、最終的なオーバープリント予測値を算出するための上式（ 1 ）～（ 3 ）中の X_b , Y_b , および Z_b の値（背景色の三刺激値）が取得される（ステップ S 9 2 0 ）。具体的には、特色 1 チャートのパッチ P A 9 5（図 2 1 参照）の測色によって、 X_b , Y_b , および Z_b の値が取得される。

40

【 0 0 1 4 】

次に、特色 2 チャートを使用して、最終的なオーバープリント予測値を算出するための上式（ 1 ）～（ 3 ）中の X_f , Y_f , および Z_f の値（前景色の三刺激値）が取得される（ステップ S 9 3 0 ）。具体的には、特色 2 チャートのパッチ P A 9 2（図 2 1 参照）の測色によって、 X_f , Y_f , および Z_f の値が取得される。

【 0 0 1 5 】

最後に、ステップ S 9 1 0 ～ S 9 3 0 で得られた値を上式（ 1 ）～（ 3 ）に代入すること

50

によって、オーバープリント予測値としての三刺激値 X 、 Y 、および Z が算出される（ステップS940）。これは、例えば、図23で符号L91を付した直線において横軸が「ステップS920で取得された X_b 」と「ステップS930で取得された X_f 」との積であるときの縦軸の値を X の値として算出することに相当する。

【0016】

なお、上記では、特色2チャートのパッチPA91、PA92、およびPA93をそれぞれ測色することによって、第1校正点P91（図23参照）に関する X 、 X_f 、および X_b の値を取得している。しかし、高精度のオーバープリント予測値が必要とされないのであれば、簡単のために第1校正点P91を図23のグラフの原点に位置するとみなすこともできる。この場合には、特色2チャートのパッチPA91およびPA93の測色が不要になる（第2校正点P92の X および X_f の値の取得のためにパッチPA92の測色は依然として必要である）。この場合、図21に示すC×FチャートのパッチPA91およびPA93等を含む下段のパッチ群を印刷しなくても、オーバープリント予測値としての三刺激値 X 、 Y 、および Z を算出することができる。このように、図21に示す上段のパッチ群を有し下段のパッチ群を備えないC×Fチャートを本明細書では便宜上「簡易C×Fチャート」という。

10

【0017】

なお、本発明に関連して、特開平6-281501号公報には、或る測色装置で得られた色彩値から他の測色装置で得られる色彩値をニューラルネットワークを用いて求める色彩修正装置の発明が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0018】

【文献】特開平6-281501号公報

【非特許文献】

【0019】

【文献】K. Deshpande, P. Green, "Recommendations for predicting spot colour overprints", [online]、[平成30年6月7日検索]、インターネット<URL: http://www.color.org/ICC_white_paper_43_Draft2kd.doc>

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

上述したように、Deshpandeらの手法によれば、例えば図21に示したようなC×Fチャートを用いて色の予測が行われている。ところが、特色を用いた印刷が行われる場合であっても、通常、このようなC×Fチャートは事前には印刷されていない。このため、特色の数に等しい数のC×Fチャートを印刷して各パッチの測色を行う必要性が生じる。これにより、コストの増加や工数の増加が引き起こされる。

【0021】

そこで、本発明は、複数の色のインクの重ね刷りによって得られる色を従来よりも低コストかつ少ない工数で予測できるよう、C×Fチャートに含まれるべきパッチの色の予測を可能にすることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0022】

第1の発明は、基材上にインクを複数段階のインク濃度で塗ることによって得られる複数の第1タイプパッチを含むカラーチャート内のパッチの色を予測する色予測モデルを構築する方法であって、

前記カラーチャート内の所定のパッチである基準パッチの分光特性と前記カラーチャート内の色予測対象パッチの色値とを含む複数の教師データを取得する教師データ取得ステップと、

入力データを前記基準パッチの分光特性とし出力データを前記色予測対象パッチの色値と

50

するニューラルネットワークで前記複数の教師データを用いた機械学習を行う学習ステップと

を含むことを特徴とする。

【0023】

第2の発明は、第1の発明において、

前記基準パッチは、前記複数の第1タイプパッチのうちインク濃度が最大のパッチであることを特徴とする。

【0024】

第3の発明は、第1の発明において、

前記基準パッチは、前記複数の第1タイプパッチのうちインク濃度が最大のパッチおよび前記複数の第1タイプパッチのうちインク濃度が最小のパッチであることを特徴とする。

10

【0025】

第4の発明は、第1から第3までのいずれかの発明において、

前記色予測対象パッチは、N個のパッチであって、

前記N個のパッチと1対1で対応するようにN個の前記ニューラルネットワークが用意され、

前記学習ステップでは、ニューラルネットワーク毎に、対応するパッチの色値と前記基準パッチの分光特性とを用いて機械学習が行われることを特徴とする。

【0026】

第5の発明は、第1から第3までのいずれかの発明において、

20

前記色予測対象パッチは、N個のパッチであって、

入力データを前記基準パッチの分光特性とし出力データを前記N個のパッチの色値とする1つだけの前記ニューラルネットワークが用意され、

前記学習ステップでは、前記1つだけのニューラルネットワークによって前記基準パッチの分光特性と前記N個のパッチの色値とを用いて機械学習が行われることを特徴とする。

【0027】

第6の発明は、第1から第5までのいずれかの発明において、

前記カラーチャート内の各パッチの色は、K個の分光特性によって特定され、

前記ニューラルネットワークは、入力層と隠れ層と出力層とを含み、

前記入力層には、前記基準パッチとしての1つのパッチにつきK個のユニットが設けられ、

30

前記出力層には、前記色予測対象パッチとしての1つのパッチにつきK個のユニットが設けられていることを特徴とする。

【0028】

第7の発明は、第6の発明において、

前記K個の分光特性は、400nmから700nmまでの波長範囲を適宜の大きさの単位波長範囲で除することによって得られる数の分光反射率であることを特徴とする。

【0029】

第8の発明は、第1から第6までのいずれかの発明において、

前記分光特性は、分光反射率、分光吸収率、および分光吸収係数のいずれかであることを特徴とする。

40

【0030】

第9の発明は、第1から第8までのいずれかの発明において、

前記色値は分光特性であることを特徴とする。

【0031】

第10の発明は、第9の発明において、

前記教師データ取得ステップは、

各教師データを生成するための前記カラーチャートの印刷を行うカラーチャート印刷ステップと、

前記カラーチャート印刷ステップで印刷されたカラーチャートに関して前記基準パッチの分光特性および前記色予測対象パッチの分光特性を測定する第1の分光特性測定ステップと

50

を含むことを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

第 1 1 の発明は、第 1 から第 8 までのいずれかの発明において、
前記色値は、階調レベルであることを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

第 1 2 の発明は、第 1 1 の発明において、
前記教師データ取得ステップは、
各教師データを生成するための前記カラーチャートの印刷を行うカラーチャート印刷ステップと、
前記カラーチャート印刷ステップで印刷されたカラーチャートに関して前記基準パッチの分光特性および前記色予測対象パッチの分光特性を測定する第 1 の分光特性測定ステップと、
前記第 1 の分光特性測定ステップで測定された前記色予測対象パッチの分光特性を階調レベルに変換する色値変換ステップと
を含むことを特徴とする。

10

【 0 0 3 4 】

第 1 3 の発明は、第 1 から第 1 2 までのいずれかの発明において、
前記カラーチャートは、黒色インク上に前記インクを前記複数段階のインク濃度で塗ることによって得られる複数の第 2 タイプパッチをさらに含むことを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

20

第 1 4 の発明は、第 1 の発明において、
前記カラーチャートは、黒色インク上に前記インクを前記複数段階のインク濃度で塗ることによって得られる複数の第 2 タイプパッチをさらに含み、
前記基準パッチは、前記複数の第 1 タイプパッチのうちインク濃度が最大のパッチおよび前記複数の第 2 タイプパッチのうちインク濃度が最小のパッチであることを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

第 1 5 の発明は、色予測方法であって、
前記カラーチャート内のパッチの色を予測する対象のインクである色予測対象インクについての前記基準パッチの分光特性を測定する第 2 の分光特性測定ステップと、
第 9 または第 1 0 の発明に係る色予測モデル構築方法によって構築された色予測モデルである学習済みのニューラルネットワークに入力データとして前記第 2 の分光特性測定ステップで測定された分光特性を与えることによって前記色予測対象インクについての前記色予測対象パッチの分光特性を予測する分光特性予測ステップと
を含むことを特徴とする。

30

【 0 0 3 7 】

第 1 6 の発明は、色予測方法であって、
前記カラーチャート内のパッチの色を予測する対象のインクである色予測対象インクについての前記基準パッチの分光特性を測定する第 2 の分光特性測定ステップと、
第 1 1 または第 1 2 の発明に係る色予測モデル構築方法によって構築された色予測モデルである学習済みのニューラルネットワークに入力データとして前記第 2 の分光特性測定ステップで測定された分光特性を与えることによって前記色予測対象インクについての前記色予測対象パッチの階調レベルを予測する階調レベル予測ステップと、
前記階調レベル予測ステップで予測された階調レベルから所定の変換式によって分光特性を求める分光特性算出ステップと
を含むことを特徴とする。

40

【 0 0 3 8 】

第 1 7 の発明は、基材上にインクを複数段階のインク濃度で塗ることによって得られる複数の第 1 タイプパッチを含むカラーチャート内のパッチの色を予測する色予測モデルを構築するためのプログラムであって、
コンピュータに、

50

前記カラーチャート内の所定のパッチである基準パッチの分光特性と前記カラーチャート内の色予測対象パッチの色値とを含む複数の教師データを読み込む教師データ読み込みステップと、

入力データを前記基準パッチの分光特性とし出力データを前記色予測対象パッチの色値とするニューラルネットワークで前記複数の教師データを用いた機械学習を行う学習ステップと

を実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0039】

上記第1の発明によれば、複数の色のインクの重ね刷りによって得られる色の予測に用いられるカラーチャートに関し、基準パッチの分光特性と色予測対象パッチの色値との関係の学習がニューラルネットワークによって行われる。これにより、カラーチャートに含まれるべきパッチの色を予測する色予測モデルが構築される。その色予測モデルを用いることにより、色予測対象インクについてのカラーチャートの印刷や測色を行うことなく、当該カラーチャートが印刷されたと仮定した場合の各パッチの分光特性が得られる。以上より、複数の色のインクの重ね刷りによって得られる色の予測を従来よりも低コストおよび少ない工数で行うことが可能となる。

10

【0040】

上記第2の発明によれば、上記第1の発明と同様の効果が得られる。

【0041】

20

上記第3の発明によれば、印刷に使用される基材の特性も考慮してニューラルネットワークでの学習が行われる。このため、学習済みのニューラルネットワークによって、該当の基材に印刷が行われた場合の分光特性の予測をより精度良く行うことが可能となる。

【0042】

上記第4の発明によれば、ニューラルネットワークが1つだけ用意される構成に比べて、各色予測対象パッチの分光特性の予測精度が向上する。

【0043】

上記第5の発明によれば、色予測対象パッチ毎にニューラルネットワークが用意される構成に比べて、全体の処理速度が向上する。

【0044】

30

上記第6から上記第8の発明によれば、上記第1の発明と同様の効果が得られる。

【0045】

上記第9または第10の発明によれば、色予測対象インクについての色予測対象パッチの分光特性をニューラルネットワークを用いて直接的に求めることが可能となる。

【0046】

上記第11または第12の発明によれば、ニューラルネットワークから出力される階調レベルに基づいて色予測対象インクについての色予測対象パッチの分光特性を求めることが可能となる。

【0047】

上記第13の発明によれば、上記第1の発明と同様の効果が得られる。

40

【0048】

上記第14の発明によれば、いわゆる「墨ベタ」のパッチの分光特性を考慮してニューラルネットワークでの学習が行われる。このため、学習済みのニューラルネットワークによって、特に黒色上に対象のインクが塗られた状態の分光特性の予測をより精度良く行うことが可能となる。

【0049】

上記第15または第16の発明によれば、色予測モデルを用いることによって、色予測対象インクについては基準パッチの測色を行うだけで色予測対象パッチの分光特性を求めることが可能となる。

【0050】

50

上記第 17 の発明によれば、上記第 1 の発明と同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図 1】C x F チャートに関して本明細書で用いる用語について説明するための図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態における印刷システムの全体構成図である。

【図 3】上記第 1 の実施形態における印刷データ生成装置のハードウェア構成図である。

【図 4】上記第 1 の実施形態において、色予測処理の概要について説明するための図である。

【図 5】上記第 1 の実施形態におけるニューラルネットワークの構造の一例を示す図である。

10

【図 6】上記第 1 の実施形態において、ニューラルネットワークを用いた学習時の処理について説明するための図である。

【図 7】上記第 1 の実施形態において、ニューラルネットワークが色予測対象パッチ毎に用意されることを説明するための図である。

【図 8】上記第 1 の実施形態において、色予測処理の手順を示すフローチャートである。

【図 9】上記第 1 の実施形態において、教師データの取得手順を示すフローチャートである。

【図 10】上記第 1 の実施形態において、教師データの取得の詳細について説明するためのブロック図である。

【図 11】上記第 1 の実施形態に関し、第 1 タイプパッチについての実験結果を示すグラフである。

20

【図 12】上記第 1 の実施形態に関し、第 2 タイプパッチについての実験結果を示すグラフである。

【図 13】上記第 1 の実施形態の第 1 の変形例におけるニューラルネットワークの構造の一例を示す図である。

【図 14】上記第 1 の実施形態の第 4 の変形例におけるニューラルネットワークの構造の一例を示す図である。

【図 15】上記第 1 の実施形態の第 6 の変形例で使用される C x F チャートの一例を模式的に示す図である。

【図 16】本発明の第 2 の実施形態において、トーンバリューについて説明するための図である。

30

【図 17】上記第 2 の実施形態における色予測処理について説明するためのブロック図である。

【図 18】上記第 2 の実施形態において、色予測処理の手順を示すフローチャートである。

【図 19】上記第 2 の実施形態において、教師データの取得手順を示すフローチャートである。

【図 20】従来例に関し、D e s h p a n d e らの手法について説明するための図である。

【図 21】従来例に関し、C x F チャートの一例を模式的に示す図である。

【図 22】従来例に関し、D e s h p a n d e らの手法について説明するためのフローチャートである。

40

【図 23】従来例に関し、D e s h p a n d e らの手法について説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0052】

< 0 . はじめに >

実施形態について説明する前に、本発明の考え方について説明する。なお、以下においては、C x F チャートの上段のパッチ（図 1 で符号 7 1 を付した段のパッチ）（対象のインクを基材上に印刷することによって得られるパッチ）を「第 1 タイプパッチ」といい、C x F チャートの下段のパッチ（図 1 で符号 7 2 を付した段のパッチ）（対象のインクを黒色上に印刷することによって得られるパッチ）を「第 2 タイプパッチ」という。また、基材そのものの色を表しているパッチ（図 1 で符号 P A 1 を付したパッチ）を「紙白パッチ

50

」といい、基材上に対象のインクがベタ（網点パーセント１００％）で塗られた状態のパッチ（図１で符号ＰＡ２を付したパッチ）を「ベタパッチ」といい、基材上に黒色インクだけがベタで塗られた状態のパッチ（図１で符号ＰＡ３を付したパッチ）を「墨ベタパッチ」という。

【００５３】

上述したように、特色のインクを含む複数の色のインクの重ね刷りによって得られる色を予測するためには、Ｃ×Ｆチャートの測色の結果（測色値）が必要となる。これに関し、Ｃ×Ｆチャートを構成する２２個のパッチのうちベタパッチＰＡ２および紙白パッチＰＡ１については、測色値である分光反射率を比較的容易に取得することができる。なお、以下の実施形態では、分光反射率は、３８０～７３０ｎｍの波長範囲で１０ｎｍ刻みで得られる。但し、これには限定されない。例えば、分光反射率を４００～７００ｎｍの波長範囲で適宜の大きさの単位波長範囲刻み（例えば１０ｎｍ刻み）で得るようにしても良い。すなわち、波長範囲を単位波長範囲で除することによって得られる数（例えば３６個）の分光反射率によって１つの色が特定される。

10

【００５４】

ベタパッチＰＡ２の分光反射率は、例えば、色玉や印刷物に含まれる該当色の部分の測色を行うことによって得られる。また、ベタパッチＰＡ２の分光反射率については、該当色の色見本の測色で得られた分光反射率で代用することもできる。何故ならば、色見本は、該当色をベタ塗りしたときの目標とする色を表しているからである。

【００５５】

20

紙白パッチＰＡ１の分光反射率は、基材上の何も印刷されていない部分の測色を行うことによって得られる。また、印刷の際に基材として同じ用紙が使用されるのであれば、インクの色に関わらず、紙白パッチＰＡ１の分光反射率は一定である。従って、複数の色のインクについての処理が行われる場合であっても、同じ用紙が使用される限り、紙白パッチＰＡ１の分光反射率の測定は一度だけ行われれば良い。なお、複数のＣ×Ｆチャートの紙白パッチＰＡ１の分光反射率を測定して、それらの平均値を紙白パッチＰＡ１の分光反射率の代表値として用いても良い。

【００５６】

Ｃ×Ｆチャートを構成する２２個のパッチのうちベタパッチＰＡ２と紙白パッチＰＡ１とを除く２０個のパッチについては、実際に基材上あるいは黒色上に印刷されたものを測色しなければ正確な分光反射率は得られない。しかしながら、色味が近い複数の特色に着目したとき、上記２０個のパッチに関して、複数の特色間で分光反射率は互いに近い値になると考えられる。印刷の際に基材として同じ用紙が使用されるのであれば、ベタパッチＰＡ２の分光反射率と上記２０個のパッチのそれぞれの分光反射率とは一定の関係があると考えられる。

30

【００５７】

以上のことを考慮して、第１の実施形態では、上記２０個のパッチを色予測対象パッチとし、ベタパッチＰＡ２の分光反射率と色予測対象パッチの分光反射率との関係を予めニューラルネットワークに学習させた上で、色予測対象インク（Ｃ×Ｆチャート内のパッチの色を予測する対象のインク）についての色予測対象パッチの分光反射率を学習済みのニューラルネットワークを用いて予測する。なお、上述したように例えば３６個の分光反射率によって１つの色が特定されるので、以下、分光反射率の予測を行う一連の処理のことを「色予測処理」という。

40

【００５８】

また、第２の実施形態では、上記２０個のパッチを色予測対象パッチとし、ベタパッチＰＡ２の分光反射率と色予測対象パッチのトーンバリュー（階調レベル）との関係を予めニューラルネットワークに学習させた上で、色予測対象インクについての色予測対象パッチのトーンバリューを学習済みのニューラルネットワークを用いて予測する。そして、予測結果としてのトーンバリューを所定の変換式で分光反射率に変換する。

【００５９】

50

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の実施形態について説明する。

【0060】

< 1. 第1の実施形態 >

< 1. 1 印刷システムの全体構成 >

図2は、本発明の第1の実施形態における印刷システムの全体構成図である。この印刷システムは、PDFファイルなどの入稿データに対して各種処理を施して印刷データを生成する印刷データ生成装置100と、印刷データに基づいて印刷版を作製する製版装置200と、その製版装置200で作製された印刷版を使用して印刷を行う印刷装置300と、印刷版を用いることなくデジタルデータである印刷データに基づいて印刷を行うインクジェット印刷機・コピー機等のデジタル印刷装置400と、色の測定を行う測色機500とによって構成されている。印刷データ生成装置100と製版装置200とデジタル印刷装置400と測色機500とは、通信回線600によって互いに通信可能に接続されている。なお、本実施形態で使用される測色機500は分光測色機である。

10

【0061】

本実施形態では、印刷データ生成装置100において、C×Fチャートに含まれるべきパッチの色を予測するためのモデル（学習モデル）である色予測モデルの構築が行われる。この色予測モデルを用いることにより、C×Fチャートの印刷が行われていない特色についても、C×Fチャートが印刷されたと仮定した場合の各パッチの色値（分光反射率）を取得することができる。印刷データ生成装置100では、このような色予測モデルの構築に必要となるC×Fチャートを作成するための印刷データの生成も行われる。また、印刷データ生成装置100では、複数の色のインクの重ね刷りによって得られる色（典型的には、複数の特色のインクの重ね刷りが行われた部分あるいは特色のインクとプロセスカラーのインクとの重ね刷りが行われた部分の色）を予測するオーバープリント予測処理が行われる。オーバープリント予測処理では、必要に応じて、色予測モデルによる予測結果（分光反射率の予測値）が用いられる。さらに、印刷データ生成装置100では、オーバープリント予測処理で得られたデータをデジタル印刷装置400での印刷出力が可能な形式の印刷データに変換する処理も行われる。なお、オーバープリント予測処理の具体的な手法については、上述したDeshpandeらの手法を採用しても良いし、それとは別の手法を採用しても良い。

20

【0062】

< 1. 2 印刷データ生成装置の構成 >

図3は、本実施形態における印刷データ生成装置100のハードウェア構成図である。この印刷データ生成装置100は、パソコンによって実現されており、CPU11と、ROM12と、RAM13と、補助記憶装置14と、キーボード等の入力操作部15と、表示部16と、光学ディスクドライブ17と、ネットワークインタフェース部18とを有している。通信回線600経由で送られてくる入稿データは、ネットワークインタフェース部18を介して印刷データ生成装置100の内部へと入力される。印刷データ生成装置100で生成された印刷データは、ネットワークインタフェース部18を介して通信回線600経由でデジタル印刷装置400に送られる。

30

【0063】

色予測モデルを構築するためのプログラム（以下、「色予測モデル構築プログラム」という。）141は補助記憶装置14に格納されている。色予測モデル構築プログラム141は、CD-ROMやDVD-ROM等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納されて提供される。すなわちユーザは、例えば、色予測モデル構築プログラム141の記録媒体としての光学ディスク（CD-ROM、DVD-ROM等）170を購入して光学ディスクドライブ17に装着し、その光学ディスク170から色予測モデル構築プログラム141を読み出して補助記憶装置14にインストールする。また、これに代えて、通信回線600を介して送られる色予測モデル構築プログラム141をネットワークインタフェース部18で受信して、それを補助記憶装置14にインストールするようにしてもよい。

40

【0064】

50

なお、色予測モデル構築プログラム 141 が実行されると、膨大な量の計算処理が行われることが多い。そのため、プロセッサとして CPU 11 に代えて GPU が設けられていても良いし、プロセッサとして CPU 11 および GPU が設けられていても良い。

【0065】

< 1.3 色予測処理 >

< 1.3.1 概要 >

まず、図 1 および図 4 を参照しつつ、色予測処理の概要を説明する。上述したように、C x F チャートを構成する 22 個のパッチのうちベタパッチ PA2 および紙白パッチ PA1 については、比較的容易に分光反射率を取得することができる。また、印刷の際に基材として同じ用紙が使用されるのであれば、インクの色に関わらず、紙白パッチ PA1 の分光反射率は一定である。そこで、本実施形態においては、ベタパッチ PA2 の分光反射率から色予測対象パッチ (C x F チャートを構成する 22 個のパッチのうちベタパッチ PA2 と紙白パッチ PA1 とを除くパッチ) の分光反射率を予測する色予測モデルが構築される。そして、当該色予測モデルを用いて、色予測対象インクについての色予測対象パッチの分光反射率が予測される。なお、本実施形態におけるベタパッチ PA2 のように色予測対象パッチの分光反射率の予測元となるパッチのことを「基準パッチ」という。

【0066】

本実施形態においては、色予測モデルは機械学習を行うニューラルネットワーク 73 によって実現される (図 4 参照)。色予測処理は、概略的には、学習段階の処理と予測 (推論) 段階の処理とに分けられる。学習段階では、ニューラルネットワーク 73 に教師データが与えられ、当該教師データを用いた機械学習がニューラルネットワーク 73 で行われる。ニューラルネットワーク 73 には、教師データとして、C x F チャート内のパッチの測色によって得られる分光反射率が与えられる。なお、本実施形態においては、1 つの教師データは、ベタパッチ PA2 の測色によって得られる 36 個の分光反射率と 1 つの色予測対象パッチの測色によって得られる 36 個の分光反射率とによって構成される。予測段階では、学習済みのニューラルネットワーク 73 に、色予測対象インクについてのベタパッチ (基準パッチ) PA2 の分光反射率が与えられる。これにより、ニューラルネットワーク 73 から色予測対象インクについての色予測対象パッチの分光反射率 (予測値) が出力される。

【0067】

< 1.3.2 詳細 >

図 5 は、本実施形態で用いられるニューラルネットワーク 73 の構造の一例を示す図である。このニューラルネットワーク 73 は、入力層と隠れ層 (中間層) と出力層とによって構成されている。入力層は、36 個の分光反射率 75 (1) ~ 75 (36) を受け取る 36 個のユニット (ニューロン) によって構成されている。隠れ層も 36 個のユニットによって構成されている。但し、隠れ層のユニット数は 36 には限定されない。また、図 5 に示す例では隠れ層の層数は 1 であるが、隠れ層の層数は 2 以上であっても良い。出力層は、36 個の分光反射率 76 (1) ~ 76 (36) を出力する 36 個のユニットによって構成されている。

【0068】

入力層 - 隠れ層間の結合および隠れ層 - 出力層間の結合は、全結合である。隠れ層および出力層の活性化関数にはシグモイド関数が採用される。但し、シグモイド関数以外の関数を活性化関数として採用しても良い。

【0069】

このニューラルネットワーク 73 を用いた学習時には、分光反射率 75 (1) ~ 75 (36) が入力層に与えられる。これにより、ニューラルネットワーク 73 内で順伝播の処理が行われ、出力層から出力される分光反射率 76 (1) ~ 76 (36) と正解データである分光反射率 77 (1) ~ 77 (36) との 2 乗誤差の総和が求められる (図 6 参照)。そして、誤差の逆伝播の処理で得られる結果に基づいて勾配降下法を用いることによって、ニューラルネットワーク 73 のパラメータ (重み係数、バイアス) が更新される。以上

10

20

30

40

50

のようにして学習が繰り返されることによって、上記パラメータが最適化される。なお、学習手法については、全ての教師データをまとめてニューラルネットワーク 73 に与えるバッチ学習を採用しても良いし、教師データを複数のグループに分割してグループ毎に教師データをニューラルネットワーク 73 に与えるミニバッチ学習を採用しても良いし、教師データを 1 つずつニューラルネットワーク 73 に与えるオンライン学習を採用しても良い。

【0070】

このニューラルネットワーク 73 を用いた予測時（推論時）には、色予測対象インクについてのベタパッチ PA2 の分光反射率 75（1）～75（36）が入力層に与えられる。そして、ニューラルネットワーク 73 内で順伝播の処理が行われることによって出力層から出力される分光反射率 76（1）～76（36）が、色予測対象インクについての色予測対象パッチの分光反射率の予測値として扱われる。

10

【0071】

ところで、図 5 に示したニューラルネットワーク 73 は、色予測対象パッチ毎に用意される。本実施形態では、20 個のパッチが色予測対象パッチとされるので、図 7 に示すように 20 個のニューラルネットワーク 73（1）～73（20）が用意される。そして、色予測対象パッチ毎に、対応するニューラルネットワーク 73 を用いて学習および予測（推論）が行われる。

【0072】

< 1.3.3 処理手順 >

20

次に、図 8 および図 9 に示すフローチャートを参照しつつ、色予測処理の手順について説明する。図 8 に示すように、まず、色予測モデルとして構築されるべきニューラルネットワーク 73 での学習に必要な教師データを取得する処理が行われる（ステップ S100）。ステップ S100 では、分光反射率の予測が精度良く行われるよう、十分な数の教師データを取得することが好ましい。ステップ S100 は、詳しくは、図 9 に示すように、C×F チャートを印刷するステップ（ステップ S102）と分光反射率を測定するステップ（ステップ S104）とからなる。ステップ S102 およびステップ S104 の処理については、図 10 を参照しつつ、詳しく説明する。

【0073】

ステップ S102 では、まず、印刷データ生成装置 100 で C×F チャート出力用の印刷データ Dch が作成され、当該印刷データ Dch が製版装置 200 に送られる。製版装置 200 では、印刷データ Dch に基づいて印刷版 PL が作製される。そして、その印刷版 PL を用いて、印刷装置 300 で印刷が実行される。これにより、印刷装置 300 から C×F チャート CH が出力される。

30

【0074】

ステップ S104 では、測色機 500 によって、ステップ S102 で印刷された C×F チャート CH に含まれるパッチの測色が行われる。測色機 500 による測色で得られた測色データ Dcm は、印刷データ生成装置 100 に送られる。上述したように、本実施形態で使用される測色機 500 は分光測色機である。従って、測色で得られる測色データ Dcm は、分光反射率のデータである。本実施形態においては、分光反射率のデータは、380～730 nm の波長範囲で 10 nm 刻みで得られる。従って、C×F チャート CH の任意の 1 つのパッチの測色を行うことによって、36 個の分光反射率のデータが得られる。

40

【0075】

教師データの取得後、ニューラルネットワーク 73 によって、ステップ S100 で得られた教師データを用いた機械学習が行われる（ステップ S110）。上述したように、本実施形態においては、この機械学習は、色予測対象パッチ毎に、対応するニューラルネットワーク 73 を用いて行われる。ステップ S110 での機械学習によって、ニューラルネットワーク 73 のパラメータ（重み係数、バイアス）が最適化される。その最適化されたパラメータを有するニューラルネットワーク 73 が、色の予測に使用される色予測モデルとなる。以上のように、ステップ S110 では、C×F チャート内のパッチの色を予測する

50

色予測モデルが構築される。

【 0 0 7 6 】

なお、ステップ S 1 0 0 およびステップ S 1 1 0 の処理（図 8 で符号 6 1 を付した部分の処理）については、1 度だけ行われれば良く、1 つの色予測対象インクの処理毎に行われる必要はない。これに対して、ステップ S 1 2 0 およびステップ S 1 3 0 の処理（図 8 で符号 6 2 を付した部分の処理）は、1 つの色予測対象インクの処理毎に行われる必要がある。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 1 2 0 では、測色機 5 0 0 を用いて、色予測対象インクについてのベタパッチ P A 2 の分光反射率が測定される。上述したように、ベタパッチの分光反射率は、例えば、色玉や印刷物に含まれる該当色の部分の測色を行うことによって得られる。また、ベタパッチの分光反射率を該当色の色見本の分光反射率で代用することもできる。

【 0 0 7 8 】

次に、ステップ S 1 1 0 で構築された色予測モデルとしてのニューラルネットワーク 7 3 に入力データとしてステップ S 1 2 0 で得られた分光反射率を与えることによって、色予測対象インクについての色予測対象パッチの分光反射率（予測値）が求められる（ステップ S 1 3 0）。このステップ S 1 3 0 では、2 0 個の色予測対象パッチのそれぞれについて、3 6 個の分光反射率が求められる。ところで、ベタパッチ P A 2 の分光反射率はステップ S 1 2 0 で得られている。また、紙白パッチ P A 1 の分光反射率については、同じ用紙が使用される限り、過去の測定値を用いることができる。以上より、実際には色予測対象インクについての C x F チャートが印刷されていない場合でも、当該 C x F チャートが印刷されたと仮定した場合の全てのパッチの分光反射率が得られる。

【 0 0 7 9 】

なお、本実施形態においては、ステップ S 1 0 0 によって教師データ取得ステップが実現され、ステップ S 1 1 0 によって学習ステップが実現され、ステップ S 1 2 0 によって第 2 の分光特性測定ステップが実現され、ステップ S 1 3 0 によって分光特性予測ステップが実現されている。また、ステップ S 1 0 2 によってカラーチャート印刷ステップが実現され、ステップ S 1 0 4 によって第 1 の分光特性測定ステップが実現されている。

【 0 0 8 0 】

< 1 . 4 実験結果 >

上記ニューラルネットワーク 7 3 を用いた分光反射率の予測の実験結果について説明する。図 1 1 は、第 1 タイプパッチ 7 1 についての実験結果を示すグラフである。図 1 2 は、第 2 タイプパッチ 7 2 についての実験結果を示すグラフである。図 1 1 および図 1 2 において、A 部には各波長についての反射率の実測値をパッチ毎の実線で表しており、B 部には各波長についての反射率の予測値をパッチ毎の実線で表している。各グラフに関し、横軸は波長（単位：nm）であり、縦軸は反射率である。なお、図 1 1 および図 1 2 に関し、符号と C x F チャートにおける特色の網点パーセントとの対応関係は「M (0) : 0 %、M (1) : 1 0 %、M (2) : 2 0 %、M (3) : 3 0 %、M (4) : 4 0 %、M (5) : 5 0 %、M (6) : 6 0 %、M (7) : 7 0 %、M (8) : 8 0 %、M (9) : 9 0 %、M (1 0) : 1 0 0 %」となっている。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 から、第 1 タイプパッチ 7 1 については中間調の予測精度がやや低いものの全体的には十分な精度で予測が行われていることが把握される。なお、中間調のパッチの分光反射率については、紙白パッチ P A 1 の分光反射率とベタパッチ P A 2 の分光反射率とに基づいて補間計算を行うことによって求めることもできる。

【 0 0 8 2 】

第 2 タイプパッチ 7 2 については、図 1 2 の A 部に着目すると、約 4 8 0 nm 以下の波長領域では特色の濃度が低いほど反射率が高いのに対して、約 4 8 0 nm 以上の波長領域では特色の濃度が高いほど反射率が高い。本来的にはインクが多く重ねられるほど反射率は低くなるが、約 4 8 0 nm 以上の波長領域ではインクが多く重ねられるほど反射率が高く

なっている。これは、特色のインクの中に不透明成分が存在しており不透明部分での光の反射が生じているためと考えられる。図 12 の B 部に示すように、約 480 nm の波長を境とするこのような反射率の逆転現象が予測値についても生じている。すなわち、ニューラルネットワーク 73 において上記のような不透明成分の影響を考慮して分光反射率の予測が行われていることが把握される。

【0083】

また、実験によれば、第 2 タイプパッチ 72 に関して、実測値と予測値との色差（すなわち予測誤差）が特色の濃度に関わらず 5 前後の値であった。なお、色差は、次のようにして求められる。まず、実測値および予測値のそれぞれについて、分光反射率から所定の計算式によって三刺激値 X 、 Y 、および Z を求める。次に、実測値および予測値のそれぞれについて、三刺激値 X 、 Y 、および Z から所定の変換式によって $L a b$ 値（ L 値、 a 値、および b 値）を求める。次に、 L 値、 a 値、および b 値のそれぞれについて、実測値と予測値との差を求める。それによって得られた 3 つの差の 2 乗和の平方根の値（正の値）が色差である。ここで、墨ベタパッチ PA3 の分光反射率が得られると仮定して、全ての第 2 タイプパッチ 72 の分光反射率を墨ベタパッチ PA3 の分光反射率で代用することを考える。この場合、特色の濃度が高いパッチほど色差が大きくなる。第 2 タイプパッチ 72 のうち特色の網点パーセントが 100% のパッチでは色差は約 13 となった。本実施形態に係るニューラルネットワーク 73 を用いて予測を行った場合には特色の濃度に関わらず色差は約 5 であったので、本実施形態の手法の優位性が理解される。

【0084】

< 1.5 効果 >

本実施形態によれば、複数の色のインクの重ね刷りによって得られる色の予測に用いられる $C \times F$ チャート（図 1 参照）に関し、ベタパッチ PA2 と紙白パッチ PA1 とを除くパッチを色予測対象パッチとして、ベタパッチ PA2 の分光反射率と色予測対象パッチの分光反射率との関係の学習がニューラルネットワーク 73 によって行われる。これにより、 $C \times F$ チャートに含まれるべきパッチの色を予測する色予測モデルが構築される。そして、その色予測モデルを用いて、色予測対象インクについての色予測対象パッチの分光反射率（予測値）が求められる。すなわち、色予測対象インクについての $C \times F$ チャートを印刷することなく、当該 $C \times F$ チャートが印刷されたと仮定した場合の各パッチの分光反射率が得られる。従って、 $C \times F$ チャートの印刷や測色が不要となる。以上より、複数の色のインクの重ね刷りによって得られる色の予測を従来よりも低コストおよび少ない工数で行うことが可能となる。

【0085】

< 1.6 変形例 >

以下、上記第 1 の実施形態の変形例について説明する。

【0086】

< 1.6.1 第 1 の変形例 >

上記第 1 の実施形態においては、ベタパッチ PA2 の分光反射率に基づいて色予測対象パッチの分光反射率が予測されていた。しかしながら、本発明はこれに限定されず、ベタパッチ PA2 の分光反射率と紙白パッチ PA1 の分光反射率とに基づいて色予測対象パッチの分光反射率が予測されるようにしても良い。この場合、ニューラルネットワーク 73 の構造は、例えば図 13 に示すような構造となる。図 13 に示すように、入力層は、ベタパッチ PA2 についての 36 個の分光反射率 75 (1) ~ 75 (36) および紙白パッチ PA1 についての 36 個の分光反射率 78 (1) ~ 78 (36) を受け取る 72 個のユニットによって構成される。隠れ層は、例えば 36 個のユニットによって構成される。出力層は、上記第 1 の実施形態と同様、色予測対象パッチについての 36 個の分光反射率 76 (1) ~ 76 (36) を出力する 36 個のユニットによって構成される。学習時および予測時には、ベタパッチ PA2 の分光反射率 75 (1) ~ 75 (36) に加えて紙白パッチ PA1 の分光反射率 78 (1) ~ 78 (36) が入力データとしてニューラルネットワーク 73 に与えられる。

【 0 0 8 7 】

本変形例によれば、印刷に使用される基材（印刷用紙）の特性も考慮してニューラルネットワーク 7 3 での学習が行われる。このため、該当の基材に印刷が行われた場合の分光反射率の予測が、より精度良く行われる。

【 0 0 8 8 】

< 1 . 6 . 2 第 2 の変形例 >

また、ベタパッチ P A 2 の分光反射率と墨ベタパッチ P A 3 の分光反射率とに基づいて色予測対象パッチの分光反射率が予測されるようにしても良い。この場合、上記第 1 の変形例と同様の構造のニューラルネットワーク 7 3 が用いられ、学習時および予測時には、ベタパッチ P A 2 についての 3 6 個の分光反射率および墨ベタパッチ P A 3 についての 3 6 個の分光反射率が入力データとしてニューラルネットワーク 7 3 に与えられる

10

【 0 0 8 9 】

本変形例によれば、墨ベタパッチ P A 3 の分光反射率を考慮してニューラルネットワーク 7 3 での学習が行われる。このため、特に第 2 タイプパッチ 7 2 の分光反射率の予測が、より精度良く行われる。

【 0 0 9 0 】

< 1 . 6 . 3 第 3 の変形例 >

上記第 1 の実施形態においては、ニューラルネットワーク 7 3 には入力データとして分光反射率の値がそのまま与えられていた。しかしながら、本発明はこれには限定されず、分光反射率の各測定値に対して紙白パッチ P A 1 の分光反射率を 1 とする正規化を施し、正規化によって得られた値を入力データとしてニューラルネットワーク 7 3 に与えるようにしても良い。

20

【 0 0 9 1 】

本変形例によれば、紙白パッチ P A 1 の分光反射率が基準となるように正規化が施されたデータがニューラルネットワーク 7 3 に与えられるので、印刷に使用される基材（印刷用紙）の特性を考慮して学習が行われる。このため、上記第 1 の変形例と同様、該当の基材に印刷が行われた場合の分光反射率の予測が、より精度良く行われる。

【 0 0 9 2 】

< 1 . 6 . 4 第 4 の変形例 >

上記第 1 の実施形態においては、色予測対象パッチの数に等しい数のニューラルネットワーク 7 3 が用意され、色予測対象パッチ毎に、対応するニューラルネットワーク 7 3 を用いて学習および予測（推論）が行われていた。しかしながら、本発明はこれに限定されず、1 つのニューラルネットワーク 7 3 で全ての色予測対象パッチの処理が行われるようにしても良い。

30

【 0 0 9 3 】

図 1 4 は、本変形例におけるニューラルネットワーク 7 3 の構造の一例を示す図である。なお、図 1 4 では、2 つの層間を結合する線の図示を省略している。入力層 - 隠れ層間の結合および隠れ層 - 出力層間の結合は、全結合である。入力層および隠れ層については、上記第 1 の実施形態と同様の構造を有している。出力層は、全ての色予測対象パッチについての 3 6 個の分光反射率 7 6 (1) ~ 7 6 (3 6) を出力するように構成されている。すなわち、出力層には、2 0 個の色予測対象パッチ P (1) ~ P (2 0) の各々につき 3 6 個の分光反射率 7 6 (1) ~ 7 6 (3 6) を出力する 3 6 個のユニットが設けられている。

40

【 0 0 9 4 】

本変形例においては、上記第 1 の実施形態とは異なり、入力層 - 隠れ層間のネットワークが全ての色予測対象パッチで共通化される。このため、上記第 1 の実施形態に比べて全体の処理速度が向上する。

【 0 0 9 5 】

< 1 . 6 . 5 第 5 の変形例 >

上記第 1 の実施形態においては、ベタパッチ P A 2 の分光反射率に基づいて色予測対象パ

50

ッチの分光反射率が予測されていた。すなわち、ベタパッチ P A 2 を基準パッチとして分光反射率の予測が行われていた。しかしながら、本発明はこれに限定されず、中間調のパッチの分光反射率に基づいて他のパッチ（色予測対象パッチ）の分光反射率が予測されるようにしても良い。例えば、第 1 タイプパッチ 7 1 のうちの特色の網点パーセントが 5 0 % のパッチの分光反射率と他のパッチの分光反射率との関係をニューラルネットワーク 7 3 に学習させておき、基材上に網点パーセントを 5 0 % とする色予測対象インクが塗られた状態の分光反射率を学習済みのニューラルネットワーク 7 3 に与えることによって当該色予測対象インクについての色予測対象パッチの分光反射率（予測値）を求めるようにすることもできる。このように、中間調のパッチを基準パッチとして分光反射率の予測が行われるようにしても良い。

10

【 0 0 9 6 】

< 1 . 6 . 6 第 6 の変形例 >

上記第 1 の実施形態においては、第 1 タイプパッチ 7 1 と第 2 タイプパッチ 7 2 とからなる C x F チャートが使用される例を挙げて説明したが、模式的には図 1 5 に示すような 3 つの段からなる C x F チャートが使用されることもある。図 1 5 で符号 8 1 を付した段のパッチは第 1 タイプパッチである。図 1 5 で符号 8 2 を付した段のパッチは第 2 タイプパッチである。図 1 5 で符号 8 3 を付した段のパッチは、網点パーセントを 5 0 % とする黒色上に対象のインクを印刷することによって得られるパッチ（以下、「第 3 タイプパッチ」という。）である。

20

【 0 0 9 7 】

上記のような第 3 タイプパッチ 8 3 の分光反射率を教師データに含めて予めニューラルネットワーク 7 3 で学習を行うことができるのであれば、色予測対象インクについての第 3 タイプパッチ 8 3 の分光反射率を学習済みのニューラルネットワーク 7 3 で予測することも可能となる。

【 0 0 9 8 】

< 2 . 第 2 の実施形態 >

本発明の第 2 の実施形態について説明する。但し、上記第 1 の実施形態と異なる点を中心に説明する。

【 0 0 9 9 】

< 2 . 1 概要 >

上記第 1 の実施形態においては、色予測対象インクについての色予測対象パッチの分光反射率を予測するために、ベタパッチ P A 2 （図 1 参照）の分光反射率と色予測対象パッチの分光反射率との関係の学習が予めニューラルネットワーク 7 3 によって行われていた。これに対して、本実施形態においては、色予測対象インクについての色予測対象パッチの分光反射率を予測するために、ベタパッチ P A 2 の分光反射率と色予測対象パッチのトーンバリュー（階調レベル）との関係の学習が予めニューラルネットワーク 7 3 によって行われる。すなわち、ニューラルネットワーク 7 3 の出力層からはトーンバリューが出力される。分光反射率の予測を行う際には、色予測対象インクについてのベタパッチ P A 2 の分光反射率を学習済みのニューラルネットワーク 7 3 に与えることによって、色予測対象パッチのトーンバリュー（予測値）が得られる。そして、所定の変換式に基づき、トーンバリューから分光反射率が算出される。

30

40

【 0 1 0 0 】

以下、本実施形態における色予測処理について説明する。なお、印刷システムの全体構成および印刷データ生成装置 1 0 0 の構成については、上記第 1 の実施形態と同様である（図 2 および図 3 を参照）。

【 0 1 0 1 】

< 2 . 2 色予測処理 >

上述したように、本実施形態においては、ニューラルネットワーク 7 3 を用いてトーンバリューの予測が行われる。そこで、まず、図 1 6 を参照しつつ、トーンバリューについて説明する。図 1 6 に示すグラフは、横軸を波長とし、縦軸を反射率としている。符号 8 4

50

を付した曲線は、基材そのものの色（紙白）についての各波長の反射率を表している。符号 85 を付した曲線は、或るインクが基材上にベタ（網点パーセント 100%）で塗られた状態の各波長の反射率を表している。符号 86 を付した曲線は、当該或るインクが基材上に或る網点パーセント（ここでは Q% とする）で塗られた状態の各波長の反射率を表している。このとき、基材上に網点パーセントを Q% として当該或るインクが塗られた状態の波長 W におけるトーンバリュー TV は、次式（4）で表される（図 16 参照）。

$$TV = V2 / V1$$

$$= (V3 - V5) / (V3 - V4) \cdots (4)$$

【0102】

上式（4）より、次式（5）が成立する。すなわち、トーンバリュー TV が得られていれば、次式（5）によって、基材上に網点パーセントを Q% として上記或るインクが塗られた状態の波長 W における反射率 V5 を求めることができる。

$$V5 = V3 - TV(V3 - V4) \cdots (5)$$

【0103】

本実施形態においては、ニューラルネットワーク 73 を用いた予測時（推論時）には、図 17 に示すように、色予測対象インクについての色予測対象パッチのトーンバリュー 87（1）～87（36）がニューラルネットワーク 73 から出力される。図 17 に示すように、このトーンバリュー 87（1）～87（36）を分光反射率 76（1）～76（36）に変換するための色値変換部 88 が設けられている。色値変換部 88 は、上式（5）によって、トーンバリュー 87（1）～87（36）を分光反射率 76（1）～76（36）に変換する。その際、上式（5）の V3 には紙白パッチの分光反射率が代入され、上式（5）の V4 にはベタパッチの分光反射率が代入される。

【0104】

図 18 および図 19 に示すフローチャートを参照しつつ、本実施形態における色予測処理の手順について説明する。まず、ニューラルネットワーク 73 での学習に必要な教師データを取得する処理が行われる（ステップ S200）。

【0105】

図 19 に示すように、ステップ S200 は、C×F チャートを印刷するステップ（ステップ S202）と、分光反射率を測定するステップ（ステップ S204）と、分光反射率をトーンバリューに変換するステップ（ステップ S206）とからなる。ステップ S202 では、上記第 1 の実施形態と同様にして C×F チャートが印刷される。ステップ S204 では、上記第 1 の実施形態と同様にして分光反射率の測定が行われる。ステップ S206 では、上式（4）を用いて、ステップ S204 で得られた分光反射率をトーンバリューに変換する処理が行われる。このような処理が行われる理由は、本実施形態においてはベタパッチ PA2 の測色で得られる 36 個の分光反射率と 1 つの色予測対象パッチの測色で得られる 36 個の分光反射率に対応する 36 個のトーンバリューとによって 1 つの教師データが構成されるからである。

【0106】

教師データの取得後、ニューラルネットワーク 73 によって、ステップ S200 で得られた教師データを用いた機械学習が行われる（ステップ S210）。これにより、ニューラルネットワーク 73 のパラメータ（重み係数、バイアス）が最適化され、C×F チャート内のパッチの色を予測する色予測モデルが構築される。

【0107】

ステップ S220 では、上記第 1 の実施形態と同様、測色機 500 を用いて、色予測対象インクについてのベタパッチ PA2 の分光反射率が測定される。そして、ステップ S210 で構築された色予測モデルとしてのニューラルネットワーク 73 に入力データとしてステップ S220 で得られた分光反射率を与えることによって、色予測対象インクについての色予測対象パッチのトーンバリュー（予測値）が求められる（ステップ S230）。このステップ S230 では、20 個の色予測対象パッチのそれぞれについて、36 個のトーンバリューが求められる。最後に、上式（5）に基づき、ステップ S230 で求められた

10

20

30

40

50

トーンバリューから分光反射率が算出される（ステップ S 2 4 0）。

【 0 1 0 8 】

なお、本実施形態においては、ステップ S 2 0 0 によって教師データ取得ステップが実現され、ステップ S 2 1 0 によって学習ステップが実現され、ステップ S 2 2 0 によって第 2 の分光特性測定ステップが実現され、ステップ S 2 3 0 によって階調レベル予測ステップが実現され、ステップ S 2 4 0 によって分光特性算出ステップが実現されている。また、ステップ S 2 0 2 によってカラーチャート印刷ステップが実現され、ステップ S 2 0 4 によって第 1 の分光特性測定ステップが実現され、ステップ S 2 0 6 によって色値変換ステップが実現されている。

【 0 1 0 9 】

< 2 . 3 効果 >

上記第 1 の実施形態と同様、本実施形態によれば、複数の色のインクの重ね刷りによって得られる色の予測を従来よりも低コストおよび少ない工数で行うことが可能となる。

【 0 1 1 0 】

< 3 . その他 >

本発明は、上記各実施形態（変形例を含む）に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【 0 1 1 1 】

上記各実施形態では、カラーチャートのパッチ等を測色機 5 0 0 で測色し、分光反射率を得た上で、色予測モデルが構築されている。しかし、分光反射率以外の測定値に基づいて色予測モデルを構築することもできる。例えば、分光吸収率（1 から分光反射率を減ずることによって得られる値）や次式（6）から得られる分光吸収係数に基づいても色予測モデルを構築することができる。なお、分光反射率、分光吸収率、および分光吸収係数等の測定値が「分光特性」に相当する。ある波長における紙白での反射率を R_0 とし、該当パッチの反射率を R とし、インクの厚みを x とすると、多重反射を考慮しない場合には、分光吸収係数は次式（6）で表される。

$$= - (1 / (2 x)) \cdot \ln (R / R_0) \quad \cdots (6)$$

【 0 1 1 2 】

さらに、上記第 1 の実施形態（第 6 の変形例以外の変形例を含む）および上記第 2 の実施形態では図 1 に示す C x F チャート（第 1 タイプパッチ 7 1 および第 2 タイプパッチ 7 2 からなる C x F チャート）を用いて色予測モデルが構築され、上記第 1 の実施形態の第 6 の変形例では図 1 5 に示す C x F チャート（第 1 タイプパッチ 8 1、第 2 タイプパッチ 8 2、および第 3 タイプパッチ 8 3 からなる C x F チャート）を用いて色予測モデルが構築されている。しかし、第 1 タイプパッチのみからなる「簡易 C x F チャート」を用いて色予測モデルを構築することもできる。

【符号の説明】

【 0 1 1 3 】

7 3 ... ニューラルネットワーク

8 8 ... 色値変換部

1 0 0 ... 印刷データ生成装置

1 4 1 ... 色予測モデル構築プログラム

2 0 0 ... 製版装置

3 0 0 ... 印刷装置

4 0 0 ... デジタル印刷装置

5 0 0 ... 測色機

P A 1 ... 紙白パッチ

P A 2 ... ベタパッチ

P A 3 ... 墨ベタパッチ

10

20

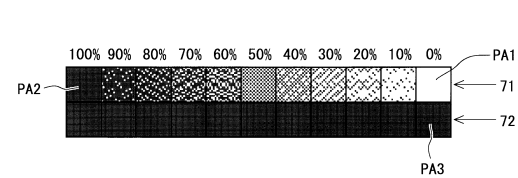
30

40

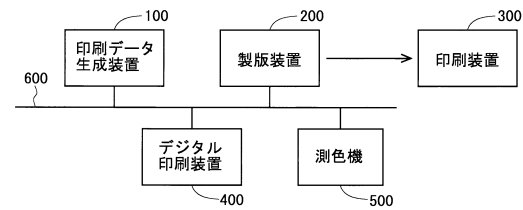
50

【図面】

【図 1】

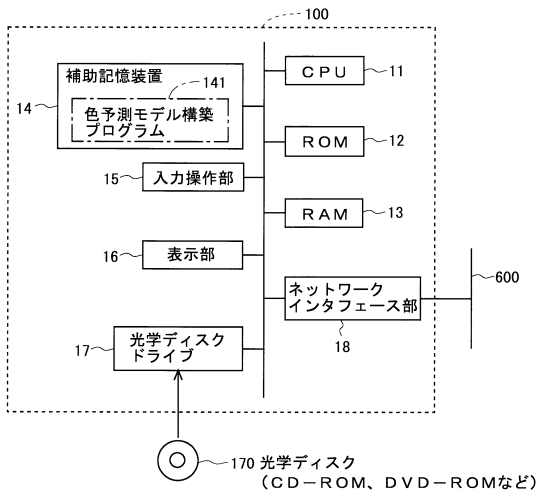


【図 2】

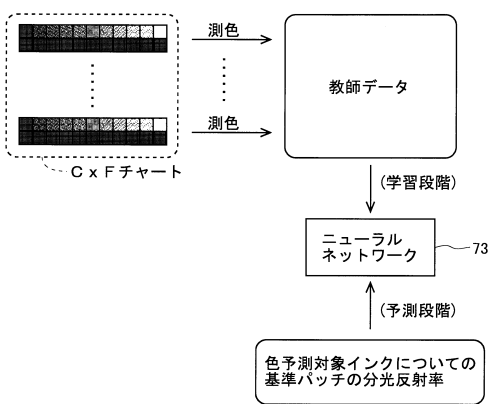


10

【図 3】



【図 4】



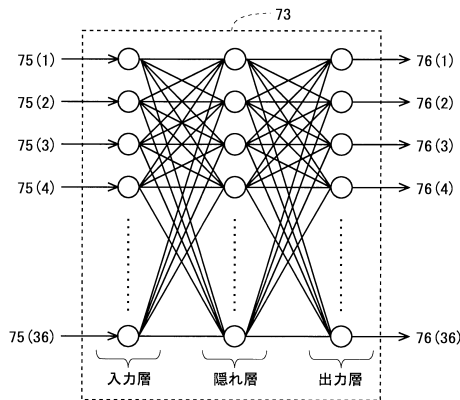
20

30

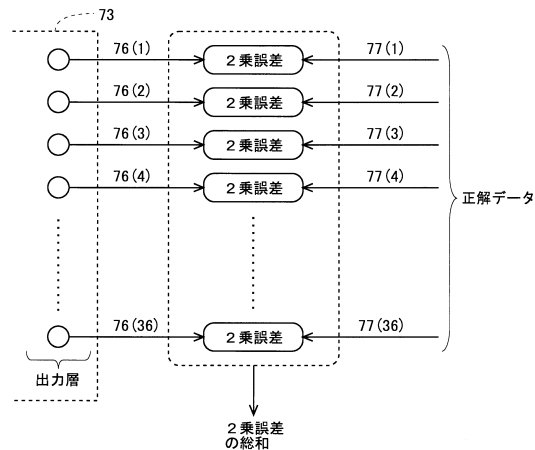
40

50

【図 5】



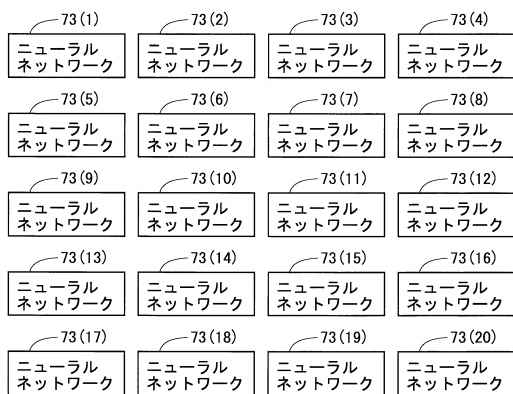
【図 6】



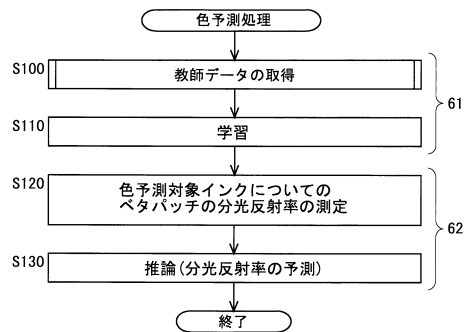
10

20

【図 7】



【図 8】

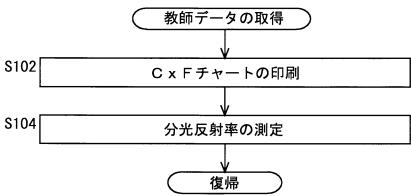


30

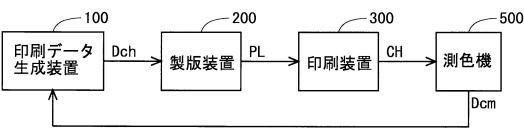
40

50

【図 9】



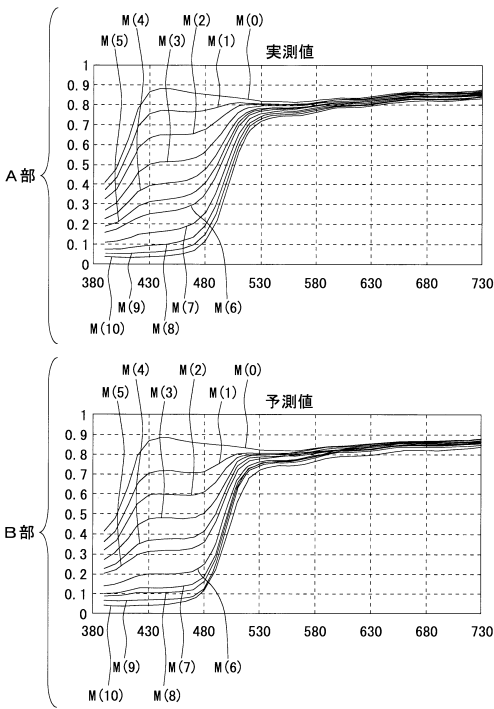
【図 10】



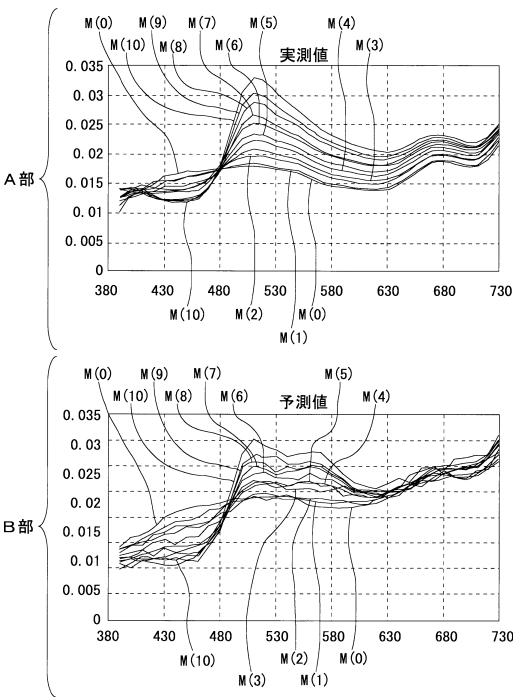
10

20

【図 11】



【図 12】

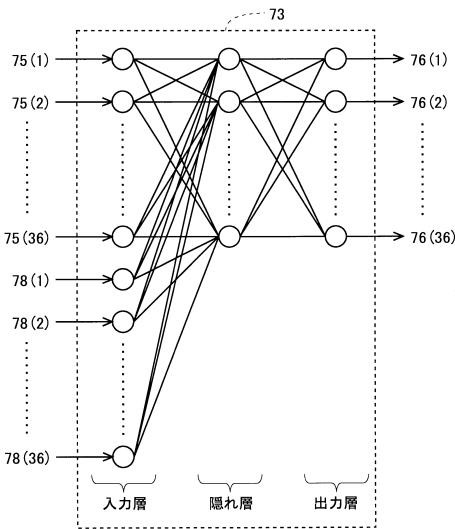


30

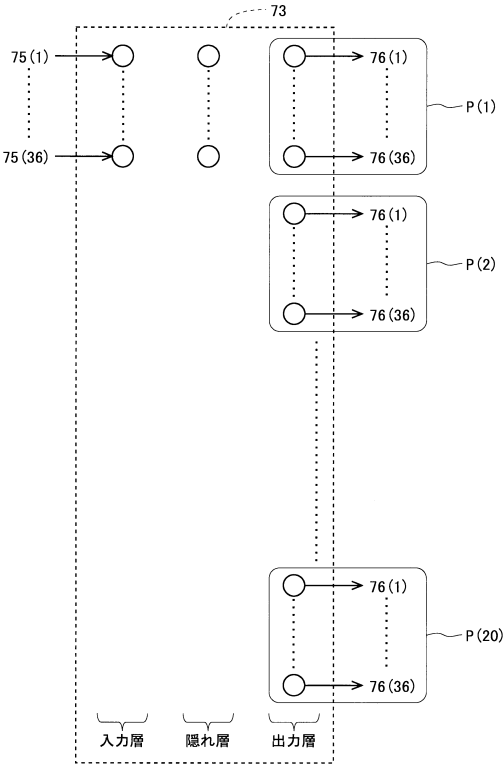
40

50

【図 1 3】



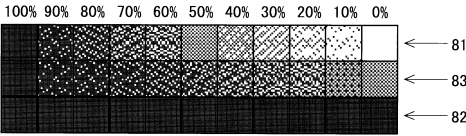
【図 1 4】



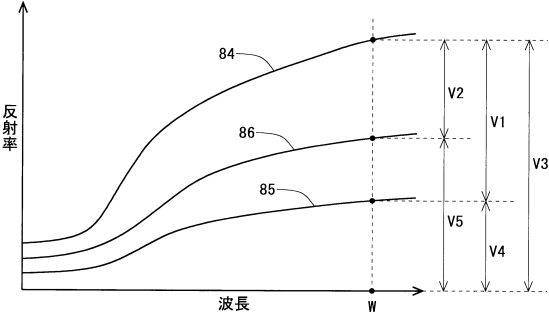
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

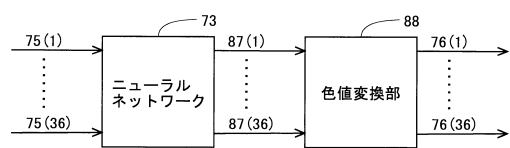


30

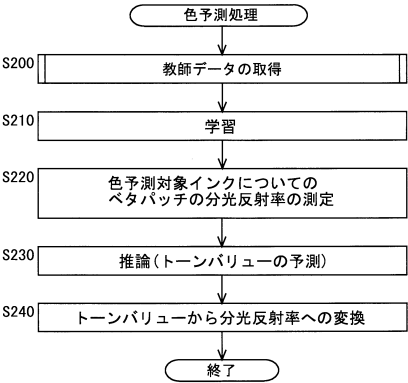
40

50

【図 1 7】

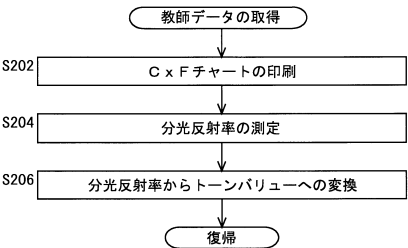


【図 1 8】

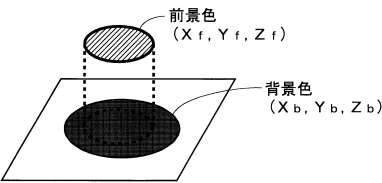


10

【図 1 9】

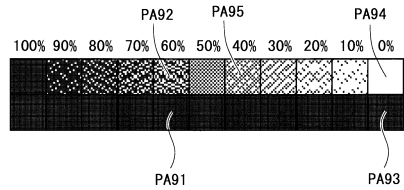


【図 2 0】

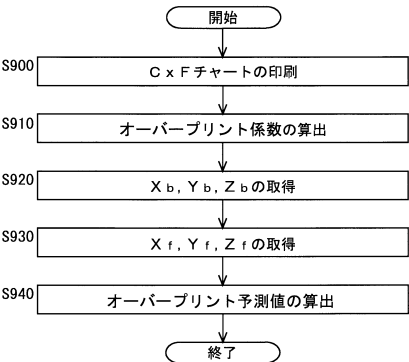


20

【図 2 1】



【図 2 2】

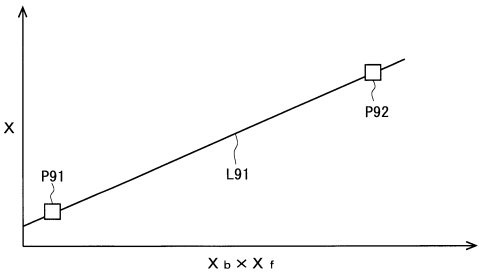


30

40

50

【 図 23 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

Nグラフィックソリューションズ内

審査官 花田 尚樹

- (56)参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 1 1 6 6 7 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 1 2 6 0 9 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 0 8 2 5 9 8 (J P , A)
特開平 0 7 - 3 2 2 0 8 2 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 0 8 0 2 7 9 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 N 1 / 4 6 - 1 / 6 2
G 0 1 J 3 / 0 0 - 4 / 0 4
7 / 0 0 - 9 / 0 4
G 0 6 N 3 / 0 0 - 3 / 1 2
7 / 0 8 - 9 9 / 0 0